

	VERIFICAÇÃO DE OPACÍMETRO DE FLUXO PARCIAL	NORMA N° NIT-SEFIQ-027	REV. N° 00
		PUBLICADO EM JAN/2023	PÁGINA 1/9

SUMÁRIO

- 1 Objetivo
 - 2 Campo de aplicação
 - 3 Responsabilidade
 - 4 Documentos de referência
 - 5 Documentos complementares
 - 6 Siglas
 - 7 Termos e definições
 - 8 Equipamentos e materiais
 - 9 Procedimento
 - 10 Critérios de aprovação/reprovação
 - 11 Conclusão
 - 12 Histórico da revisão e quadro de aprovação
- ANEXO A – Filtros de densidade neutra**

1 OBJETIVO

Esta norma estabelece procedimento para verificação de opacímetros de fluxo parcial.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta norma se aplica a Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade – Inmetro (RBMLQ-I).

3 RESPONSABILIDADE

A responsabilidade pela revisão e cancelamento desta norma é da Dimel/Dgtec/Sefiq.

4 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA


Portaria n.º 150, de 29 de março de 2016	Adota no Brasil o Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal (VIML)
Portaria n.º 209, de 4 de maio de 2021	Aprova o Regulamento Técnico Metrológico consolidado para opacímetros de fluxo parcial

5 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

FOR-Dimel-092	Registro de medições para verificação de opacímetro
---------------	---

6 SIGLAS

As siglas das UP/UO do Inmetro podem ser acessadas em:
<http://www.inmetro.gov.br/inmetro/pdf/regimento-interno.pdf>.

	NIT-SEFIQ-027	REV. 00	PÁGINA 2/9
--	----------------------	--------------------	-----------------------

k	Coefficiente de absorção de luz
PAM	Portaria de aprovação de modelo
DP	Desvio padrão
DPR	Desvio padrão relativo
EMA	Erro máximo admissível
RBMLQ-I	Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade - Inmetro

7 TERMOS E DEFINIÇÕES

Aplica-se a terminologia adotada pelas portarias relacionadas no item 4 e:

7.1 Modo de medição contínua

Modo de operação no qual é possível medir opacidade de filtros de densidade neutra sem utilização dos sensores de medição das rotações do motor e da temperatura do óleo do motor.

8 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

São aplicáveis:

- a) conjunto adequado de filtros de densidade neutra ao opacímetro a ser verificado;
- b) computador ou notebook;
- c) marcas de metrologia legal e de inventário Inmetro; e
- d) arame para selagem.

9 PROCEDIMENTO

9.1 Etapas das verificações


Considerar o que segue:

- a) inicial: exame preliminar e ensaio de medição estática; e
- b) subsequente: ensaio de medição estática.

9.2 Procedimentos iniciais

Considerar o que segue:

- a) com base na PAM ou Anexo A desta norma, selecionar o conjunto de filtros de densidade neutra;
- b) checar se os filtros estão limpos e sem arranhões. Se necessário, limpar com papel absorvente macio ou com o tecido do estojo;
- c) solicitar ao detentor do opacímetro ou operador que acione o modo de medição contínua;
- d) identificar o opacímetro preenchendo os campos do FOR-Dimel-092; e
- e) aguardar aquecimento do instrumento.

	NIT-SEFIQ-027	REV. 00	PÁGINA 3/9
--	----------------------	--------------------	-----------------------

9.3 Exame preliminar

9.3.1 Mediante exame visual reprovar opacímetros cujas inscrições não estejam de acordo com a PAM.

9.4 Ensaio de medição estática

9.4.1 Registrar os resultados de medição em k (unidade m^{-1}) em campos adequados do FOR-Dimel-092:

a) diretamente no computador: os resultados devem ser digitados nas respectivas células no formulário; os cálculos de erros e incertezas são automáticos (exceto cálculo da incerteza combinada relativa do filtro (u_f), que deve ser realizado conforme descrito em 9.4.3.a); e

b) meio impresso: anotar resultados no campo correspondente; não sendo possível transferir para computador, calcular erros e incertezas empregando as fórmulas apresentadas a seguir nesta norma.

9.4.2 Execução

Etapas:

a) registrar tipo de verificação, código do conjunto padrão de filtros e respectivos valores de coeficiente de absorção de luz nos campos especificados no FOR-Dimel-092;

b) registrar indicação de zero do opacímetro (sem filtro inserido);

c) inserir filtro de opacidade baixa, aguardar estabilização da indicação (variação menor que $0,01 m^{-1}$) e registrar o valor obtido;

d) retirar filtro e guardar em estojo próprio;

e) inserir filtro de opacidade média, aguardar estabilização da indicação e registrar o valor obtido;

f) retirar filtro e guardar em estojo próprio;

g) inserir filtro de opacidade alta, aguardar estabilização da indicação e registrar o valor obtido;

h) retirar filtro e guardar em estojo próprio;

i) repetir quatro vezes procedimentos de (b) a (h);

j) para preenchimento do FOR-Dimel-092 no computador, os cálculos dos erros de medição serão executados automaticamente, seguir para o subitem 9.4.3. Para preenchimento em formulário impresso e não sendo possível transferir para computador, calcular o erro de medição conforme alíneas (k) e (l);

k) calcular e registrar a média aritmética das medições em cada filtro, inclusive de indicações do zero, conforme equação abaixo: e


$$(1) \quad \text{Média} = \frac{(1^{\text{ª}} \text{ medição} + 2^{\text{ª}} \text{ medição} + 3^{\text{ª}} \text{ medição} + 4^{\text{ª}} \text{ medição} + 5^{\text{ª}} \text{ medição})}{5}$$

l) calcular e registrar o erro de medição em cada filtro, inclusive de indicações do zero, a partir da diferença entre a média das medições, calculada no item anterior, e o valor “k” do filtro correspondente, conforme equação abaixo:

$$(2) \quad \text{Erro} = (\text{Média} - k_{\text{certificado do filtro}})$$

9.4.3 Calcular incerteza de medição do ensaio conforme procedimento abaixo:

a) registrar a incerteza combinada relativa de cada filtro (u_f) nos campos do FOR-Dimel-092 de acordo com os valores informados no suplemento do certificado de calibração dos filtros;

	NIT-SEFIQ-027	REV. 00	PÁGINA 4/9
--	----------------------	--------------------	-----------------------

b) para preenchimento do FOR-Dimel-092 diretamente no computador, o cálculo será automático, seguir para item 10. Para preenchimento em formulário impresso e não sendo possível transferir resultados para computador, calcular incerteza de medição conforme alíneas (c) a (f);

c) calcular e registrar o desvio padrão relativo (DPR) das médias de cada filtro a partir da razão entre o desvio padrão (DP) das medições (dividido por $5^{1/2}$) e a média das medições do filtro correspondente, conforme equações abaixo:

$$(3) \quad DP = \sqrt{\frac{\sum(\text{medição} - \text{média})^2}{4}}$$

$$(4) \quad \text{DPR da Média} = \frac{\left(\frac{DP}{\sqrt{5}}\right)}{\text{média}}$$

d) calcular e registrar a incerteza combinada do ensaio (u_e) das medições de cada filtro multiplicando média das medições do filtro e incerteza combinada relativa do ensaio (u_{re}), equações abaixo:

$$(5) \quad u_{re} = \sqrt{(u_f^2 + DPR^2)}$$

$$(6) \quad u_e = (\text{média} \times u_{re})$$

e) calcular e registrar a incerteza expandida do ensaio (U) das medições de cada filtro multiplicando incerteza combinada do ensaio (u_e) e fator de abrangência igual a 2 (que corresponde a probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%), equação abaixo: e

$$(7) \quad U = (u_e \times 2)$$

f) calcular e registrar o índice de capacidade de medição (C_m) de cada filtro a partir da razão entre erro máximo admissível (EMA) da faixa corresponde a cada filtro e incerteza expandida do ensaio (U):

$$(8) \quad C_m = \frac{EMA}{U}$$

10 CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO/REPROVAÇÃO

Critérios a considerar:

a) aprovar o opacímetro se o erro para cada filtro atender aos erros máximos admissíveis (tabela 1) em cada faixa e o índice de capacidade de medição (C_m) calculado for maior ou igual a 4 (quatro); e

b) para preenchimento do FOR-Dimel-092 no computador, o resultado é automático.


	NIT-SEFIQ-027	REV. 00	PÁGINA 5/9
--	----------------------	--------------------	-----------------------

Tabela 1 – Erros máximos admissíveis

Faixa do k (m ⁻¹)	Erro Máximo Admissível	
	Verificação inicial	Verificação subsequente
0,00 a 2,50	± 0,15 m ⁻¹	± 0,25 m ⁻¹
2,51 a 9,99	± 0,30 m ⁻¹	± 0,50 m ⁻¹

Fonte: Dgtec/Sefiq

11 CONCLUSÃO

11.1 Aprovação

Etapas:

- a) afixar marca de verificação e de selagem no opacímetro, anotar seus números em campos apropriados no FOR-Dimel-092;
- b) afixar etiqueta de inventário do Inmetro, se o instrumento não possuir;
- c) se solicitado, fornecer cópia do FOR-Dimel-092 preenchido; e
- d) para verificação subsequente, emitir certificado de verificação.

11.2 Reprovação

Etapas:

- a) afixar marca de “instrumento incorreto” em local visível ao usuário;
- b) notificar o detentor de que o instrumento foi reprovado e conceder prazo para reparação; e
- c) se solicitado, fornecer cópia do FOR-Dimel-092 preenchido.

12 HISTÓRICO DA REVISÃO E QUADRO DE APROVAÇÃO

Revisão	Data	Itens Revisados
00	Jan/2023	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emissão inicial; e ▪ Esta norma cancela e substitui a NIE-Dimel-080, Rev02.

Quadro de Aprovação		
	Nome	Atribuição
Elaborado por:	Flavio Sant’Ana	Pesquisador-Tecnologista
Verificado por:	Ana Gleice Santos	Gestora da Qualidade do Sefiq
Aprovado por:	Flavio Sant’Ana	Chefe do Sefiq

/ANEXO A

ANEXO A – FILTROS DE DENSIDADE NEUTRA

A-1 OBJETIVO

A-1.1 Relacionar os tipos de filtro de densidade neutra existentes e a que marca/modelo de opacímetro cada um deles é aplicável.

A-2 MANUSEIO

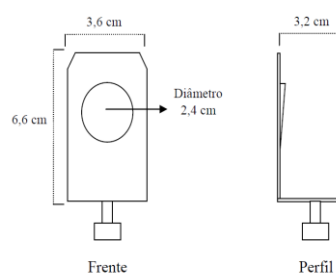
A-2.1 Filtros de densidade neutra são equipamentos sensíveis. Na utilização, quedas ou impactos devem ser evitados, principalmente sobre a lâmina do filtro, que não pode ser tocada. Para limpeza, utilizar apenas papel absorvente macio ou tecido do próprio estojo. Após uso, acondicionar no respectivo estojo.

A-3 TIPOS

A-3.1 Tipo 1, aplicável aos opacímetros marca:

- Bosch, modelo BEA 714 (fabricado pela Tecnomotor), PAM n° 103/2009 e PAM n° 196/2009;
- Jurubatech, modelo 43296;
- Napro, modelos NA-9000, NA-9020 (PAM n° 133/2009) e NA-9030;
- Prodox, modelo Opus 50;
- Snap On/Sun, modelos CSM-5000 PC e CGS-5500 PC;
- Sagem, modelo Optima Green 4030;
- Tecnomaster, modelo CSM 6000;
- Tecnomotor, modelo TM 133 (PAM n° 103/2009).

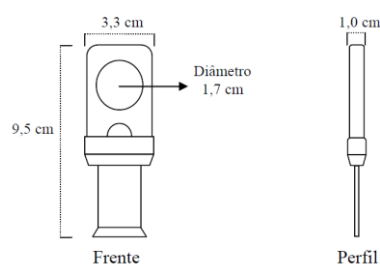
Figura 1 – Filtro tipo 1



Fonte: Dimel/Dgtec/Sefiq

A-3.2 Tipo 2: utilizado nos opacímetros marca Alfatest, modelo OPA 495 (PAM n° 121/2009).

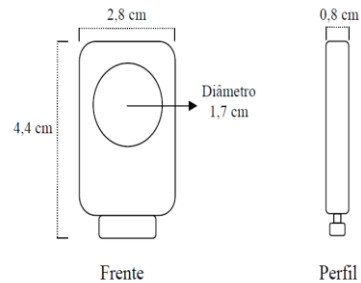
Figura 2 – Filtro tipo 2



Fonte: Dimel/Dgtec/Sefiq

A-3.3 Tipo 3: opacímetros marca Alfatest, modelo OPA-100 e marca Brain Bee, modelo OPA 100 (PAM nº 0369/2010).

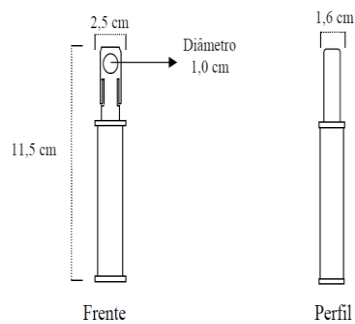
Figura 3 – Filtro tipo 3



Fonte: Dimel/Dgtec/Sefiq

A-3.4 Tipo 4: utilizado nos opacímetros marca Bosch, modelo RTM 430.

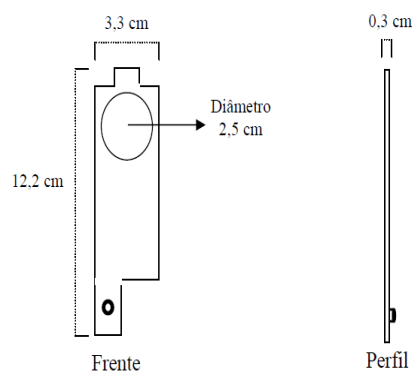
Figura 4 – Filtro tipo 4



Fonte: Dimel/Dgtec/Sefiq

A-3.5 Tipo 5: utilizado nos opacímetros marca Hartridge, modelos YDA 3000 e HR 172.

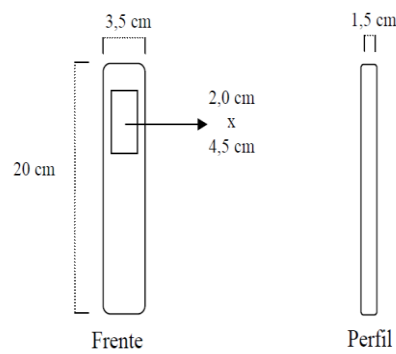
Figura 5 – Filtro tipo 5



Fonte: Dimel/Dgtec/Sefiq

A-3.6 Tipo 6: utilizado nos opacímetros marca Maha, modelo MDO2.

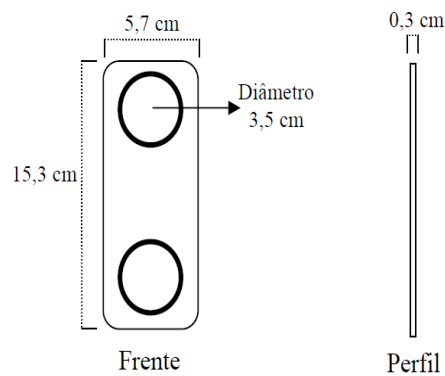
Figura 6 – Filtro tipo 6



Fonte: Dimel/Dgtec/Sefiq

A-3.7 Tipo 7: utilizado nos opacímetros marca Napro, modelo Andros.

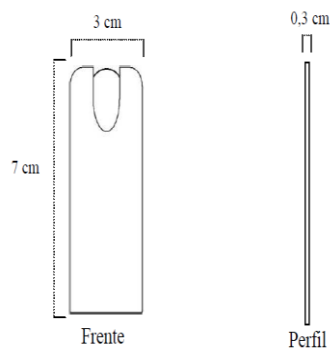
Figura 7 – Filtro tipo 7



Fonte: Dimel/Dgtec/Sefiq


A-3.8 Tipo 8: opacímetros marca Napro, modelo NA 9000E (PAM nº 274/2008) e marca Tecnomotor, modelo TM 138 (PAM nº 105/2009).

Figura 8 – Filtro tipo 8



Fonte: Dimel/Dgtec/Sefiq

A-3.9 Tipo 9: utilizado nos opacímetros marca Magneti Marelli, modelo Opabox Autopower e marca Texa, modelo Opabox. Ilustração disponível na PAM nº 171/2010 e PAM nº 120/2019.

	NIT-SEFIQ-027	REV. 00	PÁGINA 9/9
--	---------------	------------	---------------

A-3.10 Tipo 10: utilizado nos opacímetros marca Altanova Smoke Check, modelo 2000. Ilustração disponível na PAM n° 0179/2010.

A-3.11 Tipo 11: utilizado nos opacímetros marca Napro, modelo NA 9000P. Ilustração disponível na PAM n° 0170/2010.

A-3.12 Tipo 12: aplicável a opacímetros marca Motorscan, modelo Eurosmoke 9001. Ilustração disponível na PAM n° 0367/2010.

A-3.13 Tipo 13: utilizado nos opacímetros marca AVL, modelos 437 e Dismoke 480. Ilustração disponível na PAM n.º 0009/2012.

A-3.14 Tipo 14: aplicável a opacímetros marca Capelec, modelo CAP 3200. Ilustração disponível na PAM n.º 0084/2013.
